

Inhaltsübersicht

Vorwort	9
Einführung	10
0. Allgemeines	12
0.1 Übersicht über die wichtigsten Formelzeichen	12
0.2 Empfehlenswerte Literatur	15
1. Einleitung	22
1.1 Aufgabe der Statistik bei der Auswertung von technischen Meß- und Prüfergebnissen	22
1.2 Beispiele für technisch-statistische Problemstellungen	23
1.3 Grundlegende statistische Begriffe: Grundgesamtheit, Stichprobe, Zufallauswahl, Merkmalswert	24
1.4 Grenzen der Statistik	25
2. Grundsätzliches zur Auswertung von Meßreihen	26
2.1 Die verschiedenen Meßfehlerarten	26
2.2 Grundsätzliche Regeln für Tabellen und Diagramme	27
2.21 Tabellen	27
2.22 Diagramme	27
2.3 Klassieren und Runden von Beobachtungswerten	28
2.31 Erläutern der Grundbegriffe der Klasseneinteilung an einem Beispiel	28
2.32 Regeln für Klasseneinteilungen	31
2.33 Rationalisierung der Meßwerterfassung durch Runden und Klassieren	32
3. Graphische Darstellung von Meßreihen	32
3.1 Vor- und Nachteile der graphischen Auswertung	32
3.2 Häufigkeitsschaubild und Summenkurven	33
3.21 Häufigkeitsschaubild (Histogramm)	33
3.22 Summenkurve	33
3.23 Einfluß der Klassenzahl auf die Häufigkeitsdarstellung	33
3.3 Die Gauß'sche Normalverteilung	34
3.31 Die Gauß'sche Glockenkurve als ideale Grenzverteilung	34
3.32 Die Gleichung der Gauß'schen Glockenkurve	34
3.33 Die Parameter der Gaußverteilung	35
3.34 Die Summenkurve der Gaußverteilung	36
3.35 Zufallsstrebereiche der Gaußverteilung	36
3.36 Graphische Darstellung der Gauß'schen Glockenkurven	37
3.4 Auswertung von größeren Meßreihen im Wahrscheinlichkeitsnetz	37
3.41 Wahrscheinlichkeitsnetz	37
3.42 Beispiel	37
3.43 Streugrenzen und Überschreitungsanteile	37
3.44 Mittelwert und Standardabweichung	39
3.45 Behandlung der Randklassen	40

3.46	Beurteilung der Abweichungen von der Geraden	40
3.5	Auswertung von kleineren Meßreihen im Wahrscheinlichkeitsnetz	42
3.6	Häufigkeitsschaubilder im Wahrscheinlichkeitsnetz	44
3.7	Darstellung schiefer Verteilungen im lognormalen Wahrscheinlichkeitsnetz	46
3.71	Schiefe Verteilungen	46
3.72	Das lognormale Netz	46
3.73	Die Bedeutung der Kenngrößen $\bar{x}_G$ und ϵ der lognormalen Verteilung	47
3.74	Das Weibullnetz zur Auswertung von Lebensdauerversuchen	51
3.75	Ein Spezialnetz zur Auswertung von Rundheitsfehlern	52
4.	Rechnerische Auswertung einer Meßreihe	52
4.1	Grundzüge der statistischen Auswertung von Meßreihen	52
4.11	Grundlegende Vorstellung	52
4.12	Statistische Kennwerte	52
4.13	Der direkte Schluß der Statistik	53
4.14	Der indirekte Schluß (Rückschluß) der Statistik	54
4.15	Die Aussagewahrscheinlichkeit (statistische Urteilssicherheit)	55
4.2	Definition von Mittelwert und Standardabweichung	55
4.21	Definition der Stichprobenwerte	55
4.22	Die „wahren“ Werte der Grundgesamtheit	56
4.3	Praktische Durchführung der Berechnung von $\bar{x}$ und s	56
4.31	Berechnung von $\bar{x}$ und s mit Rechenmaschine	57
4.32	Berechnung von $\bar{x}$ und s ohne Rechenmaschine	58
4.4	Die Genauigkeit des Mittelwertes $\bar{x}$	60
4.41	Verteilung des Mittelwertes	61
4.42	Direkter Schluß (Zufallsbereich für $\bar{x}$)	61
4.43	Rückschluß (Vertrauensbereich für μ)	62
4.44	Nomogramm zur Bestimmung des Vertrauensbereiches für μ	64
4.45	Bestimmung der erforderlichen Stichprobengröße für einen vorgegebenen relativen Fehler eines Mittelwerts	65
4.5	Die Genauigkeit der Standardabweichung s	69
4.51	Direkter Schluß (Zufallsstreuereich für s)	69
4.52	Rückschluß (Vertrauensbereich für σ)	69
4.6	Vertrauensbereich für Streugrenzen und Überschreitungsanteile (Ausschußprozentsätze)	70
4.61	Problemstellung und Allgemeines	70
4.62	Abschätzung von Streugrenzen	70
4.63	Diagramm für die Vertrauensbereiche von Streugrenzen und Überschreitungsanteilen	72
4.7	Der Ausreißer	75
4.8	Rundungsregeln	76
4.81	Runden der Ausgangswerte	76
4.82	Runden von Mittelwerten	76
4.83	Runden von Standardabweichungen	77
4.9	Auswertungsverfahren bei beliebigen (nicht gaußischen) Verteilungsformen	77
4.91	Problemstellung	77

4.92 Mittelwert und Standardabweichung	77
4.93 Streugrenzen	77
5. Vergleich zweier Meßreihen	78
5.1 Rechenregeln für μ und σ	78
5.11 Problemstellung	78
5.12 Rechenregeln für die Addition und Subtraktion von Zufallsvariablen	79
5.13 Rechenregeln für die Multiplikation und Division von Zufallsvariablen	79
5.14 Anwendung des Fehlerfortpflanzungsgesetzes	80
5.141 Berechnung der Toleranzen zusammengesetzter Maße	80
5.142 Bestimmung der Meßgenauigkeit und der Fertigungsgenauigkeit	80
5.2 t-Test zur Beurteilung des Unterschieds zweier Stichprobenmittelwerte	83
5.21 Aufgabenstellung und Prinzip der Lösung	83
5.22 t-Test für Meßreihen mit einheitlicher Varianz	84
5.23 t-Test für den Vergleich der Mittelwerte zweier Meßreihen mit ungleicher Varianz	86
5.24 Differenzentest bei paarweiser Zuordnung der Einzelwerte	87
5.3 Nichtparametrische Testverfahren	89
5.31 Vorzeichentest	89
5.32 Rosenbaum-Test	92
5.4 F-Test zur Prüfung des Verhältnisses zweier Varianzen	92
6. Vereinfachte Verfahren zur statistischen Auswertung von Meßreihen	
6.1 Vor- und Nachteile der vereinfachten Verfahren. Voraussetzung für ihre Anwendung	94
6.2 Vereinfachte Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung	94
6.21 Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung bei sehr kleinen Meßreihen ($n \leq 10$)	94
6.22 Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung von 10 bis 50 ungeordneten Werten	95
6.23 Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung von mehr als 50 ungeordneten Werten	96
6.3 Weitere Auswertung von Meßreihen bei vereinfachter Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung	97
6.31 Allgemeines	97
6.32 Genauigkeit des Mittelwertes	98
6.33 Genauigkeit der Standardabweichung (bzw. der Spannweite)	98
6.34 Streugrenzen und Überschreitungsanteile	99
6.35 Unterschied von 2 Mittelwerten	101
6.36 Unterschied zweier Streuungen	101
7. Kontrollkarten zur laufenden Überwachung von meßbaren Variablen	
7.1 Aufgaben und allgemeine Wirkungsweise der Kontrollkarten	102
7.2 Berechnung der Warngrenzen der $\bar{x}$ -R-Karte	104

7.21	Streugrenzen für $\bar{x}$	104
7.22	Streugrenzen für R	106
7.23	Sicherheitsabstand für $\bar{x}$	106
7.3	Berechnung der Warngrenzen der Extremwertkarte und der Urwertkarte	108
7.31	Die Streugrenzen der Extremwertkarte	108
7.32	Sicherheitsabstand für x_{max} und x_{min}	108
8.	Varianzanalyse, Regressions- und Korrelationsrechnung	109
8.1	Varianzanalyse	109
8.11	Einfache Varianzanalyse	109
8.12	Bestimmung von Meßgenauigkeit und Fertigungsgenauigkeit mittels Varianzanalyse	113
8.2	Regressionsrechnung	116
8.21	Lineare Abhängigkeit einer Variablen y von einer Variablen x	116
8.22	Bestimmung des Trends bei Streuungsuntersuchungen an Fertigungsmaschinen	118
8.23	Regressionsrechnung mit 2 unabhängigen Variablen (Einflußgrößen)	121
8.3	Rangkorrelation	122
9.	Statistische Auswertung von Prüfergebnissen	124
9.1	Grundlagen zur Auswertung von Prüfergebnissen	124
9.11	Problemstellung	124
9.12	Verteilung der Ausschußzahl x in Stichproben	124
9.13	Zufallsstrebereich für die Ausschußzahlen x in Stichproben (Direkter Schluß)	127
9.14	Vertrauensbereich für den Ausschußprozentsatz in der Grundgesamtheit (Rückschluß)	127
9.2	Beurteilung eines Stichprobenergebnisses bei unendlich großer Grundgesamtheit	129
9.21	Faustformel	129
9.22	Anwendung des Pearson-Clopper-Diagramms	129
9.23	Binomialpapier	133
9.24	Bestimmung der Vertrauensgrenzen der Poisson-Verteilung	133
9.3	Vergleich der Ergebnisse zweier Stichproben	136
9.31	Graphischer Vergleich der Ergebnisse zweier Stichproben im Binomialpapier (Normalfall)	139
9.32	Graphischer Vergleich der Ergebnisse zweier Stichproben im Binomialpapier bei sehr großen Stichproben mit kleinen Fehlerprozentsätzen	138
9.33	Rechnerischer Vergleich der Ausschußprozentsätze zweier Stichproben	138
9.4	Vergleich der Ergebnisse mehrerer Stichproben. χ^2 -Test	140
9.41	Graphische Beurteilung der Ergebnisse mehrerer Stichproben im Binomialpapier	140
9.42	Grundlagen des χ^2 -Tests	141
9.43	Vergleich von Stichprobenprozentzahlen (Kontingenztafeln)	142
9.44	Prüfung auf Gaußverteilung	143

9.5 Grundlagen der Abnahme mit Stichproben	145
9.51 Stichprobenvorschriften	145
9.52 Die Annahmekennlinie einer Stichprobenvorschrift	145
9.53 Kenngrößen einer Stichprobenvorschrift	147
9.54 Richtlinien für die Wahl einer Stichprobenvorschrift	148
9.55 Richtlinien für die Durchführung der Stichprobenprüfung	148
10. Zahlentafeln	149
10.1 Integralwerte der Gauß'schen Normalverteilung	149
10.2 Hilfszahlen zur exakten Auswertung von Meßreihen	150
Anhang: Zusammenstellung von Formeln zur statistischen Auswertung von Meßreihen	150
10.3 F-Werte	151
10.4 Hilfszahlen zur vereinfachten Auswertung von Meßreihen	154
10.5 Summenhäufigkeiten $\hat{H}_i$ (%) zur Eintragung in das Wahrscheinlichkeitsnetz	155
10.6 Vertrauensgrenzen der Poisson-Verteilung	157
10.7 Grenzpunkte der χ^2 -Verteilung	158
10.8 Hilfswerte zur Berechnung der Annahmegrenze p_{90} und der Rückweisegrenze p_{10}	159
Sachverzeichnis	160
Literatur	162